

Det sunda huset

- dagens energikrav, utmaningar och
möjligheter

Wilma Lapiolahti

Examensarbete för byggmästare (YH)-examen

Utbildningen för Byggnads- och samhällsteknik

Ekenäs 2017



EXAMENSARBETE

Författare: Wilma Lapiolahti

Utbildning och ort: Byggnads- och samhällsteknik, byggmästare. Ekenäs

Inriktningsalternativ/Fördjupning:

Handledare: Towe Andersson

Titel: Det sunda huset - dagens energikrav, utmaningar och möjligheter

Datum 19.4.2017

Sidantal 31

Bilagor -

Abstrakt

Detta är ett examensarbete för byggmästare (YH) -examen. Examensarbetet är till sin omfattning 10 studiepoäng.

Examensarbetet tar upp det rådande läget för Finlands energilagstiftning. Eftersom kraven på sunda och energieffektiva byggnader är ett så aktuellt ämne vill jag ge en bred bild av vad dessa krav innebär i praktiken och hur vi ska handskas med utmaningarna. Det är inte helt lätt att bygga sunda hus, det är lätt att vilseledas och få tunnelseende, men med fakta och vägledning är det möjligt.

Valet av byggmaterial är av stor vikt då vi bygger, därför finns en granskning av isoleringsmaterial med som en stor del i examensarbetet. När jag presenterar fakta vill jag bara redogöra för hur det är, slutsatser tycker jag att man själv ska dra. Har man bara tillräcklig information om ämnet går det bra att göra egna bedömningar från fall till fall, det kommer aldrig att finnas en universalmetod som fungerar jämt. Att försöka se helhetsbilden och tänka i livscykelperspektiv är att föredra.

Arbetet baseras på Finlands lagar, på fakta från materialtillverkare, föreläsningar, artiklar och böcker.

Syftet med examensarbetet är att göra en redovisning av dagens situation och att lyfta frågan om det sunda husets utmaningar.

Språk: svenska

Nyckelord: Sunda hus, energieffektiva byggnader, energikrav, isoleringsmaterial, livscykel

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Wilma Lapiolahti

Koulutus ja paikkakunta: Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka, rakennusmestari.

Tammisaari

Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot:

Ohjaaja(t): Towe Andersson

Nimike: Terve talo- nykyiset energiavaatimukset, haasteita ja mahdollisuuksia

Päivämäärä 19.4.2017

Sivumäärä 31

Liitteet -

Tiivistelmä

Tämä on rakennusmestari (AMK) -tutkintoon kuuluva opinnäytetyö, joka on 10 opintopisteen laajuinen.

Opinnäytetyö kuvaa Suomen olemassa olevaa energialainsäädäntöä. Koska terveen ja energiatehokkaan talon vaatimukset ovat niin ajankohtaisia, haluan antaa laajan kuvan vaatimuksien vaikutuksista käytännössä ja miten käsittelemme näitä haasteita. Terveen talon rakentaminen ei ole ihan helppoa, on helppoa harhautua määräysten viidakkoon, mikä johtaa näköalattomuuteen, mutta oikeilla tiedoilla ja ohjeistuksella kaikki on mahdollista.

Rakennusmateriaalien valinta on hyvin tärkeää kun rakennamme, siksi iso osa opinnäytetyöstä koostuu eristemateriaalien tutkimisesta. Kun esittelen faktat, haluan vain osoittaa miten asiat ovat, jokainen saa sitten itse tehdä omat johtopäätöksensä. Kukin voi itse tehdä tapauskohtaisen arvioinnin, jos käsillä vain on tarpeeksi tietoa aiheesta, koskaan ei tule olemaan yleisratkaisua, joka toimisi joka tilanteessa. Kokonaiskuvan näkeminen ja elinkaariperspektivistinen ajattelu on siis suositeltavaa.

Opinnäytetyö perustuu Suomen lakiin, materiaalivalmistajien tietoihin, luentoihin, artikkeleihin ja kirjoihin.

Opinnäytetyön tavoite on tehdä selvitys nykytilanteesta ja nostaa esiin kysymys terveen talon haasteista.

Kieli: ruotsi

Avainsanat: Terve talo, energiatehokkaat talot, energiavaatimukset, eristemateriaalit, elinkaari.

BACHELOR'S THESIS

Author: Wilma Lapiolahti

Degree Programme: Bachelor's degree in technology, Construction Management.
Ekenäs.

Specialization:

Supervisor(s): Towe Andersson

Title: Healthy Houses- Energy Requirements of Today, Challenges and Possibilities

Date 19 April 2017 Number of pages 31 Appendices -

Abstract

This is the Degree Thesis of the Bachelor's degree in Construction Management. The extent of the Degree Thesis is in total 10 ECTS.

The thesis gives an account of the current situation of the energy legislation in Finland. Since the requirements of healthy and energy efficient houses are such an exceptionally live issue, I want to give a broader picture of what these requirements mean in practice and how to handle the challenges. It is not very easy to build healthy houses, we often get tunnel vision and are misled, but it is possible with accurate information and guidance.

The choice of building material is of great importance, which is why an extensive examination of insulation materials is included in the thesis. When I present the information, I only want to provide the facts, the reader has to come to his or her own conclusions. As long as you have enough information about the subject, you can make your own assessments from case to case, there will never be a universal method that always works. Trying to see the whole picture and thinking from a life-cycle perspective is preferable.

The thesis is based on the laws of Finland, on information from material manufacturers, lectures, articles and books.

The purpose of the thesis is to make a report of the current situation and to bring up questions about the challenges of the healthy house.

Language: Swedish Key words: Healthy houses, energy efficient houses,
energy requirements, insulation materials, life cycle

Innehållsförteckning

1	Introduktion	1
1.1	Syfte och hur examensarbetet kan användas.....	1
2	Vad säger lagarna?	1
2.1	Sunda byggnader	2
2.2	Energiprestanda	2
2.3	Uppvärmningssystem.....	2
2.4	Ekologiska synpunkter vid byggande.....	3
2.5	E-talet: En bedömning av energiprestandan	3
2.6	E-talet: Kraven.....	4
2.7	Byggnadens lufttäthet och ventilation	5
3	Lambdavärde och U-värde	7
3.1	U-värdeskraven idag: Tabell	7
3.2	Exempel på olika väggars isoleringstjocklekar.....	9
3.3	Synpunkter på U-värdeskraven och dess inverkan på byggandet.....	10
4	Historia.....	10
4.1	Hur isolerade man förr?	10
5	Granskning av isoleringsmaterial	11
5.1	Bergull- Paroc	12
5.2	Trä	12
5.3	Linullsisolering- Isolina	13
5.4	Träfiberisolering- Hunton.....	13
5.5	Halm	14
5.6	Ekovilla.....	14
5.7	Lättklinkergrus- Leca.....	15
5.8	Kingspan Therma TW55 R.....	16
5.9	EPS/Cellplast- Thermisol	16
5.10	Sammanfattning- isoleringsmaterial.....	17
6	Byggnadernas livslängd och avfallshantering.....	18
6.1	En byggnads planerade livslängd.....	18
6.2	Vad händer med uttjänta byggmaterial?	19
7	Alternativa byggsätt	20
7.1	Nytt bostadshus i Helsingfors utmanar dagens bestämmelser	21
7.2	The Natural Building Company.....	23
8	Sammanfattning.....	26
9	Källor.....	28

1 Introduktion

Hur ser situationen ut idag vad gäller vårt energieffektiva byggande? Och varför har det blivit på detta sätt? Gamla välbeprövade metoder förkastas och utbudet på byggmaterialsmarknaden har aldrig varit så omfattande. Det finns en känsla hos många, att byggandet har gjorts till en onödigt komplicerad process, som dessutom inte riktigt verkar vilja fungera i alla lägen. Detta examensarbete tar upp dessa frågor och lyfter också nya.

1.1 Syfte och hur examensarbetet kan användas

I mitt examensarbete presenterar jag det rådande lagstiftningsläget vad gäller den energiprestanda som en ny byggnad förutsätts ha. Jag vill visa vilka krav lagstiftningen ställer på olika konstruktioner. Arbetet redogör också för vad denna lagstiftning betyder i praktiken, t.ex. hur mycket isolering vi behöver använda och vilka isolerings- och tätningsmaterial som finns på marknaden idag.

Jag vill också lyfta frågan om dagens energikrav är så miljövänliga och sunda som de sägs vara. Är ett energisnålt hus lika med ett sunt, miljövänligt hus?

Det är viktigt för oss som blivande byggmästare att känna till dagens krav. Vi ska följa upp att man bygger enligt reglerna och planerna. Vi har också ett moraliskt ansvar att bygga så bra hus det bara går, att man försöker se helheten och lång tid framåt. Med dagens energikrav är jag inte helt säker på att det är så lätt. Jag presenterar fakta om detta för att vi ska kunna dra egna slutsatser och inte enbart behöva stirra oss blinda på lagar och siffror.

2 Vad säger lagarna?

Det finns tre stora ledande bestämmande organ som tar upp energikrav på olika sätt, dessa är:

- Markanvändnings- och bygglag (förkortas MBL i texten)
- Markanvändnings- och byggförfordning (förkortas MBF i texten)
- Finlands Byggbestämmelsesamling (förkortas BBS i texten)

Lagtext är inte den mest inspirerande att läsa, men nödvändig om man vill sätta sig in i ämnet. Alla lagar är dock inte relevanta för detta examensarbete. Därför har jag tagit ut de delar jag tycker borde lyftas. Jag har skrivit om och kortat ner lagtexten så att det ska vara lättare att ta den till sig.

2.1 Sunda byggnader

Enligt MBL 117c§ (1999/132) ska man bygga så att byggnaden blir sund med tanke på inomhusluft och fuktförhållanden. Hälsan får inte äventyras p.g.a. föroreningar i luften, strålning, fukt i byggnadsdelar eller konstruktioner. Även Finlands byggbestämmelsesamling har utgivit flera förordningar om detta under rubriken Sunda byggnader.

2.2 Energiprestanda

Om energiprestandan säger Markanvändnings- och bygglagen (1999/132, 177g§) att byggnaden ska vara energieffektiv i den meningen att energi och naturresurser förbrukas sparsamt. Också förbrukningen av primärenergi, främjandet av förnybar energi och uppvärmningssätt spelar in i byggnadens energiprestanda. De byggprodukter och installationstekniska system som används ska vara sådana att energiförbrukningen och effektbehovet förblir låga.

Dessa krav behöver inte tillämpas bl.a. då:

- Byggnaden har en våningsyta på mindre än 50 m²
- Bostadshus för fritidsboende som används mindre än 4 mån/år
- Industribyggnader och verkstäder
- byggnader som är skyddade med stöd av lagen om skyddande av byggnadsarvet (498/2010)

2.3 Uppvärmningssystem

Ifall man inte använder sig av ett uppvärmningssystem som kommer från ett decentraliserat energiförsörjningssystem baserat på förnybara energikällor, ett system baserat på kraftvärme,

fjärrvärme, närvärme, närkyla eller värmepumpar så är man skyldig att göra en bedömning av systemets miljömässiga, tekniska och ekonomiska genomförbarhet. Detta görs bara om dessa system finns tillgängliga och kan genomföras kostnadseffektivt, men då man ändå väljer ett annat system. (MBL 1999/132, 117h§)

2.4 Ekologiska synpunkter vid byggande

Det finns faktiskt en ganska tydlig lagtext om de ekologiska synpunkterna vid byggande. Den hittas i MBF 55§ (1999/895) och säger i korta drag:

- Vid mån av möjlighet ska man utreda byggnadsmaterialens miljöbelastning under byggnadens hela livslängd.
- Särskild vikt ska läggas vid att byggnadsdelarna och de tekniska anordningarna ska kunna repareras och bytas ut.
- En utredning ska (i samband med ansökan/anmälan) göras om mängden och typen av byggavfall och även om hur detta ska sorteras.

Dock lämnar denna text mycket tolkningsutrymme för läsaren och man får p.g.a. vissa ordval känslan av att man läser en rekommendation istället för en lag. Enligt mig ser också verkligheten helt annorlunda ut då många byggprodukter och bygglösningar säljs som ”underhållsfria”, något som enligt försäljaren ska vara mycket positivt för användaren. Men i själva verket blir ju alla produkter slitna med tiden och behöver då lagas, och många har erfarenheten av att just dessa ”underhållsfria” produkter då i det närmaste är omöjliga att reparera eller underhålla, man tvingas ofta köpa nytt och byta ut allt. Enligt denna lagtext skulle man då kunna tolka att dessa produkter snarare drar neråt på den ekologiska aspekten. Kanske man istället borde välja material och produkter som med enkla metoder repareras eller underhålls?

2.5 E-talet: En bedömning av energiprestandan

Ett relativt nytt begrepp är E-talet som numera krävs då man bygger nya hus. E-talet är ett övergripande ”betyg” på hur pass bra energiprestanda byggnaden har. Även byggnader som är ute till försäljning kan skylta med sina E-tal, dock är denna bedömning inte möjlig att göra

på äldre hus, då de har helt andra tekniska system än dagens hus. Många äldre hus saknar också konstruktionsritningar, vilket ytterligare försvårar E-talsuträkningen.

Observera att E-talskraven inte gäller för hus med en uppvärmd area på under 50 m² (mätt från ytterväggarnas inneryta) och fritidshus där uppvärmningssystemet inte är avsett att användas hela året. E-talet måste beräknas men innefattas alltså inte av kraven. (BBS D3, 2012)

2.6 E-talet: Kraven

E-talet (kWh/m²a) innebär enkelt sagt byggnadens beräknade årliga förbrukning av köpt energi. Detta beräknas enligt bl.a. byggnadens area och uppvärmningssätt och är uppvägt av energiformsfaktorer. I BBS D3 (2012), sidan 9 finns en fullständig lista på maxvärden för E-talet, nedan finns en förkortad tabell för dessa värden gällande mindre byggnader.

E-talet för en ny byggnad får inte överskrida följande värden:		
Typ av hus	Uppvärmd area (A)	kWh/m² per år
Småhus	$A < 120 \text{ m}^2$	204
	$120 \text{ m}^2 \leq A \leq 150 \text{ m}^2$	$372 - 1,4 * A$
	$150 \text{ m}^2 \leq A \leq 600 \text{ m}^2$	$173 - 0,07 * A$
	$> 600 \text{ m}^2$	130
Stockhus	$A < 120 \text{ m}^2$	229
	$120 \text{ m}^2 \leq A \leq 150 \text{ m}^2$	$397 - 1,4 * A$
	$150 \text{ m}^2 \leq A \leq 600 \text{ m}^2$	$198 - 0,07 * A$
	$> 600 \text{ m}^2$	155
Radhus och kedjehus		150

Figur 1. E-talets maxvärden för mindre byggnader. (BBS D3, 2012)

2.7 Byggnadens lufttätethet och ventilation

Så här säger BBS om lufttätetheten:

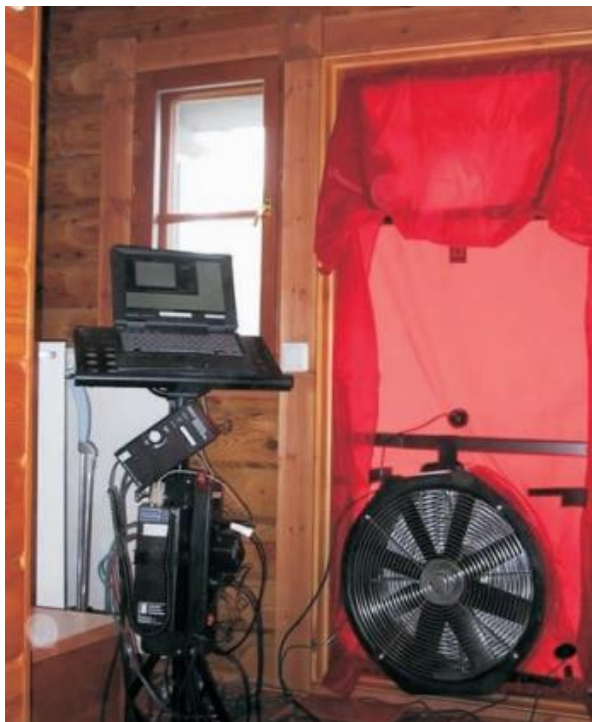
”Såväl byggnadsmanteln som konstruktionerna mellan byggnadens olika rum ska vara så lufttäta att den luft som strömmar genom otätheter inte vållar för stora problem med tanke på byggnadens användare, konstruktioner och energiprestanda. Det är särskilt viktigt att fogar och genomföringar projekteras och utförs med omsorg. Vid behov måste konstruktionen förses med luftspärr.”

Detta citat från BBS D3 (2012) kap 2.3 är väldigt luddigt beskrivet och ger egentligen inga direkta anvisningar.

Om ventilation finns det desto mer sagt, dessa texter är från BBS D2 (2012):

- Ventilationssystemets funktion ska gå att styra och övervaka.
- Självdragsventilation och mekanisk ventilation får inte kombineras så att luftens flödesriktningar mellan rumsutrymmena och i kanalsystemet kan förändras från det planerade.
- Ventilationen i en lägenhet eller ett annat enhetligt utrymme planeras i allmänhet som antingen enbart självdragssystem eller som mekaniskt ventilationssystem.
- Självdragsventilation kan projekteras med förstärkning i form av frånluftsfläkt. Man bör då säkerställa att tillräckligt med uteluft tillförs, så att inte luft strömmar in genom avluftskanaler eller rökgasgångar till rummen.
- Normal användning eller väderleksförändringar får inte i märkbar grad förändra tryckförhållandena i byggnaden eller dess utrymmen och inte heller försämma ventilationen.
- Ventilationssystemets tryckförhållanden planeras och genomförs så att förändringar i väderleken inte ändrar luftens strömningsriktningar i byggnaden.

Man kan i efterhand undersöka hur pass lufttät en konstruktion är. Detta används på befintliga byggnader då man vill göra en utredning på lufttätheten. Det finns speciella firmor som gör dessa mätningar. Metoden utförs genom att plasta och tejpa för alla öppningar som tillåter luftläckage, d.v.s. dörrar/fönster, ventiler, eldstadsluckor, fläktar mm.



Figur 2. Huset är nu tätat och utsätts för ett luftflödestest. (RT 80-10974, 2009)

Sedan utsätter man huset för tryck inifrån och kan då mäta och räkna ut hur täta konstruktionerna är. Detta värde kallas q_{50} och anger byggnadsmantelns luftläckagetal ($\text{m}^3/\text{h m}^2$). Man anger också ett annat luftläckagetal, n_{50} (1/h), som talar om för oss hur många gånger luften i ett utrymme byts ut per timme pga. läckage. Nedan finns Finlands krav på luftläckage. Om det inte gjorts något test på konstruktionen räknar man med $q_{50} 4 \text{ m}^3/\text{h m}^2$.

(RT 80-10974 2009, BBS D2 2012, D3 2012, D5 2012)

q_{50}-luku	Selite
yli 4	Poikkeukselliset rakenteelliset ratkaisut
≤ 4	Vähimmäisvaatimus kaikille uudisrakennuksille
2	Laskennassa käytettävä vertailuarvo = määräysten mukainen rakennus
≤ 1	Määräysten suositusarvo.

Figur 3. q_{50} -värden. (Rakentajain kalenteri 2013, 156)

3 Lambdavärde och U-värde

När vi ska ta reda på byggnadens förmåga att värmeisolera räknar vi ut det med hjälp av de olika materialens värmekonduktivitet, det så kallade lambdavärdet (λ) och detta har enheten W/mK. Produkternas lambdavärde får man lätt fram genom att se på tillverkarnas hemsidor eller produktblad. Även i BBS C4 (2003) sid 10–15 finns en förteckning på de vanligaste materialens lambdavärden. Att från lambdavärdet sedan räkna ut byggnadens så kallade U-värde, kräver också att man tar reda på hur stor del av byggnaden som består av vilka konstruktionstyper och hur tjocka dessa lager är. Man behöver också ta reda på U-värden för fönster och dörrar skilt samt beakta köldbryggor. (BBS C4, 2003)

U-värdet står för värmegenomgångskoefficient och har enheten W/m²K. Det ger en övergripande bild av hela byggnadens eller en byggnadsdels förmåga att isolera och därmed kan man räkna ut hur mycket värme som leds ut genom byggnadsmanteln. I praktiken talar detta om för oss hur mycket energi som går åt till att värma upp byggnaden. Ju lägre U-värde desto bättre isoleringsförmåga och mindre åtgång av uppvärmningsenergi. Begreppet U-värde används i dagligt tal och bestämmelserna kring U-värdet är strikt satta. Då man söker bygglov ska det finnas uträkningar på U-värdet för alla olika konstruktionstyper i byggnaden, det är dock byggnaden som helhet som ska uppfylla kraven, variationer inom byggnadsdelar får förekomma. Om uträkningarna för byggnaden som helhet inte fyller kraven får man inget bygglov. Om detta kan man läsa i BBS D3 (2012) på sidan 12 och 13. Kravet är olika beroende på vad byggnaden ska användas till och om det är ett bostadshus eller en ekonomibyggnad o.s.v. I nästa kapitel presenteras de exakta kraven för olika byggnadsdelar. (BBS C4, 2003)

3.1 U-värdeskraven idag: Tabell

För att förtydliga tabellens information: Ett *varmt utrymme* är våra vanliga bostadsutrymmen, d.v.s. de hålls 21°C året om. Tabellen tar också upp *delvis uppvärmt utrymme* och med det menas ett utrymme som hålls inom temperaturspannet 5-17°C.

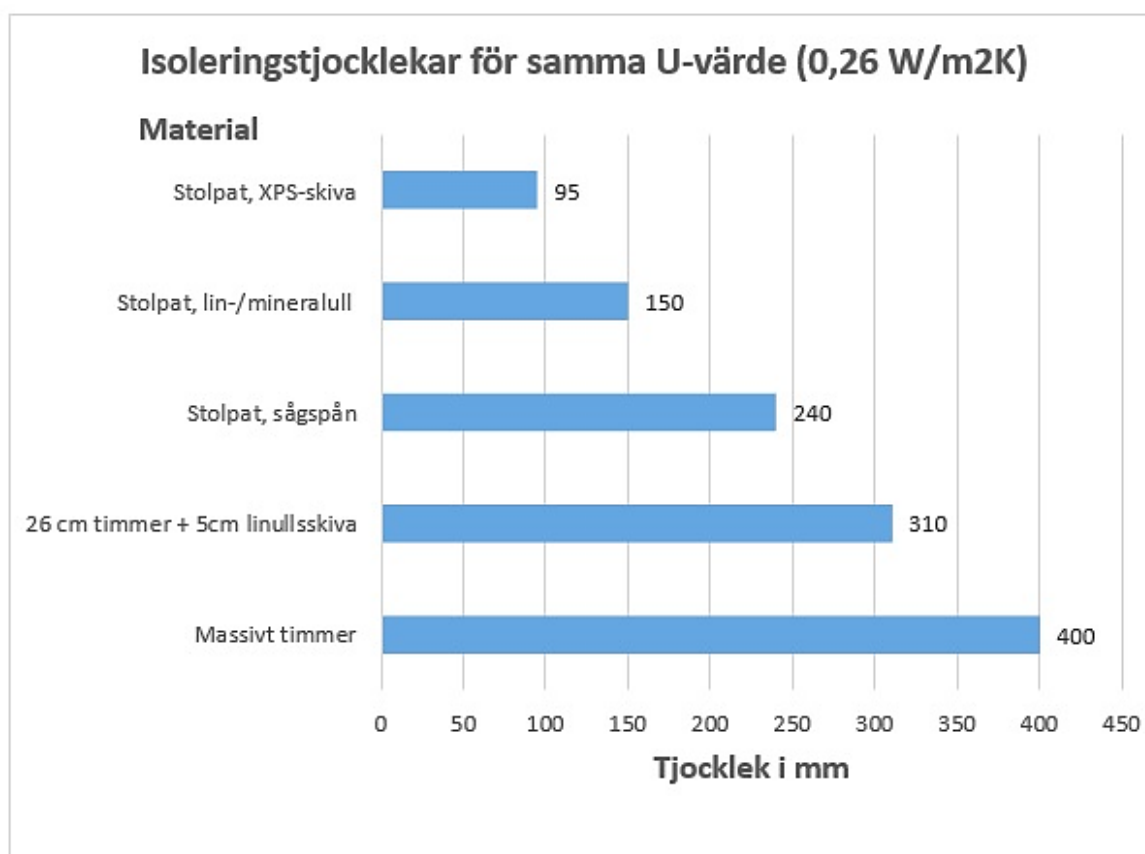
Maximala värmegenomgångskoefficienter	
Vad	W/(m²K)
Byggnadsdel som gränsar mot ett delvis uppvärmt utrymme	0,6
Ytterväggar, vindsbjälklag, bottenbjälklag	0,6
Fönster, dörr (i varmt/delvis uppvärmt)	1,8/2,8
Referensvärden:	
I varmt utrymme:	
Vägg	0,17
Stockvägg (min 180 mm)	0,4
Vindsbjälklag och bottenbjälklag som gränsar mot det fria	0,09
Bottenbjälklag som gränsar mot kryprum	0,17
Byggnadsdel mot mark	0,16
Fönster, takfönster, dörr, röklucka	1,0
I delvis uppvärmt utrymme:	
Vägg	0,26
Stockvägg (min 180 mm)	0,6
Vindsbjälklag och bottenbjälklag som gränsar mot det fria	0,14
Bottenbjälklag som gränsar mot kryprum	0,26
Byggnadsdel mot mark	0,24
Fönster, takfönster, dörr, röklucka	1,4

Figur 4. Tabell över U-värdeskraven idag. (BBS D3, 2012)

I praktiken innebär detta att en viss tjocklek av isolerande material behövs i konstruktionen. Genom att ta reda på en isoleringsprodukts lambdavärde kan man räkna ut hur mycket av just den produkten man behöver. Kraven har det senaste årtiondet stigit så pass mycket att den totala vägg tjockleken på ett vanligt egnahemshus lätt blir 400 mm.

3.2 Exempel på olika väggars isoleringstjocklekar

I tabellen nedan kan man göra en jämförelse av hur mycket som krävs av olika material för att komma upp till samma U-värde. Som exempel använde jag U-värdesreferensen för en vägg i ett halvvarmt utrymme, d.v.s. $0,26 \text{ W/m}^2\text{K}$. Observera att man kan ha ett högre U-värde i väggkonstruktionen, så länge man kompenserar med lägre U-värde någon annanstans.



Figur 5. Som exempel har trä, linull, mineralull, sågspån och XPS jämförts, dessa är vanligt förekommande material. Även skillnaden mellan ett timmerhus och ett stolpat hus tas upp. Lambdavärden hittar man från tillverkarnas sidor och från BBS C4, 2003.

Många tror att det är helt uteslutet att bygga nya timmerhus. Det är inte sant, men lagstiftningen är så hård att det blir svårt ur vissa aspekter. Man har dock lite lättare krav på timmerväggskonstruktioner för att man tycker att de fortsättningsvis är viktiga i den finska byggkulturen. U-värdeskraven kan uppnås t.ex. om man tilläggsisolerar lite på insidan av väggen och dessutom kompenserar med välisolerade botten- och vindsbjälklag. Timmerhus har ju många andra fördelar, inte minst med tanke på den simpla, välbeprövade konstruktionen och renoverbarheten.

3.3 Synpunkter på U-värdeskraven och dess inverkan på byggandet

De strikta kraven på ånggenomsläpplighet och isoleringsförmåga gör att vi tvingas använda metoder som gör återvinning och renovering svårt. När en konstruktion får ett tjockare isoleringsskikt ökar också risken för att fukt kondenserar inne i konstruktionen och leder till fuktproblem på skikt, något som många byggnader i Finland just nu kämpar med. Dessutom är det nästan oundvikbart att använda stora mängder plastbaserade material för att uppnå kraven, något man starkt kan ifrågasätta ur en miljöaspekt.

4 Historia

Ett kort kapitel som ger en övergripande bild av hur man isolerade förr och vilka material som var aktuella.

4.1 Hur isolerade man förr?

Energibevis, U-värden och passivhus är nya påhitt som kommit med i bilden för att vi idag anser oss ha ett ansvar att inte slösa på uppvärmningsenergi. Mycket på grund av hur jordens klimatsituation ser ut idag. Såhär såg det ut i Finlands egnahemshus förr, om man gör en mycket grov indelning och generalisering:

1900 och bakåt: Husen var timrade och tätade med mossor och lindrev, timret var den enda isoleringen. Man eldade med ved och hade låg temperatur inomhus.

1900–1940: Timmerhusen är fortfarande den vanligast förekommande husprincipen men det börjar dyka upp stolpade hus med sågspån som isolering. Ännu är levnadsstandarden enkel.

1940–1970: Levnadsstandarden ökar och krav på komfort inomhus börjar ställas, man höjer temperaturen och det blir vanligare med oljeeldning och vattenburet värmesystem. Energibehovet ökar också i och med att vi får fler hushållsmaskiner som drar el, men även vattenuppvärmningen bidrar till större elförbrukning. Det görs knappt några timrade hus längre, utan stolpade hus med sågspån eller mineralull som isolering slår stort.

1970–2000: Isoleringstjocklekarna ökar markant. Isoleringsprodukter kan vara allt från sågspån till cellplast, men vanligast är mineralullen. Husen blir för första gången helt täta med hjälp av ett plastskikt. Vi vill ha det varmt och gott inomhus året om och vi har fler maskiner som drar el, både sådana som vi behöver i hushållsarbetet men också många som vi har för nöjes skull.

2000-idag: I och med människans påverkan på miljön försöker man minska på mängden energi som går åt till uppvärmning. Vi har aldrig någonsin haft så mycket olika byggprodukter att välja mellan och det finns en uppsjö av olika värmesystem, alla med sina för- och nackdelar. Om man jämför materialen från början av 1900-talet med dagens material ser vi att förekomsten av de plastbaserade produkterna är stor, medan man förr istället använde naturmaterial som trä, lera, näver, sten, sand osv. Husen är fortfarande stolpade och har till sitt utseende inte ändrat mycket från mitten av 1900-talet.

(Gudmundsson 2010)

5 Granskning av isoleringsmaterial

En del av byggnadens miljörankning kommer ifrån vilken typ av material man väljer att använda. De ska vara hållbara ur ett tidsperspektiv och förstås inte innehålla farliga ämnen. En aspekt som ibland glöms bort är vad som händer när materialen är uttjänta. Går det, och hur pass attraktivt är det att renovera, återvinna, återanvända materialen? Beroende på vad isoleringsmaterialen består av bildar de antingen rent skräp på en soptipp eller så kan de ”gå tillbaka” till naturen om de är biologiskt nedbrytbara. Detta spelar in i miljövänligheten, men tas i min mening alltför sällan upp.

Man skulle kunna undersöka hur många typer av material som helst, men jag har valt att fokusera på isoleringsmaterial.

5.1 Bergull- Paroc



Figur 6. Parocs isoleringsskivor. (paroc.fi)

Bergull består av 95–98% stenmaterial, samt bindemedlet fenolformaldehydharts. Tillverkningen sker i Finland, Sverige och andra delar av Europa. Bergull brinner inte utan smälter vid brand. Bergull går oftast till deponi efter rivning, men Paroc jobbar på att ta fram enklare system för att återanvända ullen, d.v.s. så att använd ull kan brukas till ny isolering. (paroc.com)

5.2 Trä

Trä kan användas som isolering i form av massivt timmer eller limträprodukter. Rent trä kan och bör återanvändas efter rivning. Det kan också eldas eller komposteras. Använder man limträprodukter behöver man ta limmet i beaktande vid återvinning på avfallsstation, rent trä och limträ sorteras nämligen olika (rosknroll.fi).



Figur 7. Trästockar. (puuinfo.fi)

5.3 Linullsisolering- Isolina



Figur 8. Isolinas linullsisolering. (Isolina.com)

Linullsisolering består av linfiber, som bindemedel används återanvänt textilfiber. Isoleringen brandskyddas med ett miljövänligt, icke toxiskt medel. Fabriker finns i Finland. Linullen är ett hygroskopiskt material som tar upp och avger fukt. Den tekniska livslängden är minst 75 år och produkten är biologiskt nedbrytbar. (isolina.com)

5.4 Träfiberisolering- Hunton

Den norska träfiberisoleringen från Hunton består av träfiber, 6% polyolefinfibrer, 8% ammoniumfosfat och ca 1,8% borsyra. Ammoniumfosfat är isoleringens brandskyddsmedel och gör att skivan förkolnar istället för att brinna upp, borsyran finns där för att förhindra mikrobiologisk tillväxt. Träfiberisoleringen sorteras som obehandlat träavfall, den kan brännas eller komposteras. (hunton.se)



Figur 9. Hunttons träfiberisolering. (Hunton.se)

5.5 Halm

Halm är en biprodukt från spannmålsproduktionen. Obehandlad halm kan användas i väggar och bjälklag och kan packas så att det inte finns syre nog för halmen att börja brinna. Halm är hygroskopiskt och klarar fuktvandringar bra. Det finns hus isolerade med halm som hållit i över 150 år. När halmen rivs kan den komposteras. (Föreläsning av Natural Building company. 6.4.2017)



Figur 10. Halmelement från Ecococon. (ecococon.lt)

5.6 Ekovilla

Ekovillaisoleringen består av träfiber i form av återvunna dagstidningar. En normaltjock vägg i ett egna hemshus uppfyller REI60 då den isolerats med Ekovilla. Isoleringen kan komposteras. Isoleringar gjorda av återvunna dagstidningar har i Finland samlingsnamnet ”selluvilla”. (ekovilla.com)



Figur 11. Ekovillaskivor. (ekovilla.com)

5.7 Lättklinkergrus- Leca

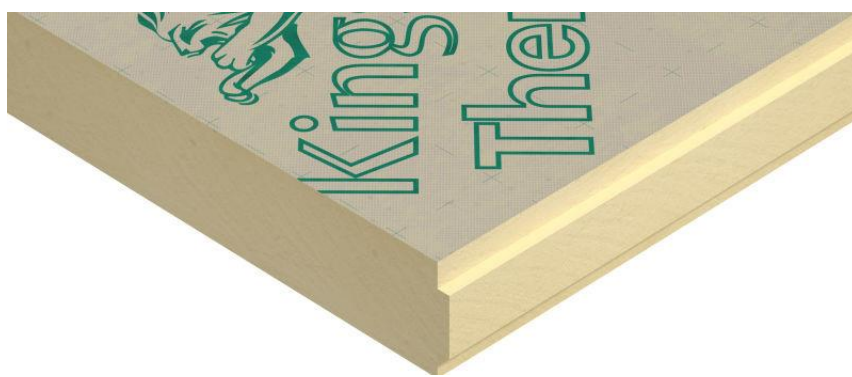
Lecagrus framställs av finsk lera som under hög temperatur expanderat till små kulor. Kulorna innehåller en stor andel luft och därifrån kommer de goda isoleringsegenskaperna. Oftast används lecagrus till flacka takbjälklag, under betongplattor och som tjälisolering. Lecagrus är ett stabilt material som i lösvikt är enkelt att återanvända efter rivning. Eftersom lecagrus inte innehåller mer än lera kan man bra gräva ner den i marken utan att den gör någon skada. (leca.fi)



Figur 12. Lecagrus finns att köpa i lösvikt och på säck. (e-weber.fi)

5.8 Kingspan Therma TW55 R

Det är svårt att hitta fakta om vad Kingspans isoleringsskivor innehåller. Det rör sig om en polyuretanisolering, men sannolikt förekommer även en del tillsatser, t.ex. brandskyddsmedel. Polyuretan i allmänhet är en plastprodukt. Det isolerar bra och gör att man kan minska på isoleringstjockleken. De negativa sidorna är att det tillverkas av oljeråvaror, att de är totalt täta samt att de bildar en stor mängd avfall vid rivning. Rester av plast som lämnas kvar i marken bryts inte ner utan kan ses som nedsmutsning, plast hör inte hemma i naturen eller i vårt ekosystem överhuvudtaget. De flesta av Kingspans produkter tillverkas i Finland. (kingspaneristeet.fi)



Figur 13. Stomisolering från Kingspan. (kingspaneristeet.fi)

5.9 EPS/Cellplast- Thermisol

EPS står för expanderad polystyren och det är precis vad det är, en oljebaserad produkt. Den har samma lambdavärde som vanlig linullsisolering. Man använder den under betongplattor och som tjälisolering. Den vanliga avfallshanteringen för EPS är att den går på deponi eller energiåtervinns. Såklart är det bättre att energiåtervinna än att deponera men allra bäst vore materialåtervinning, men detta förekommer ännu inte i någon större, lönsam skala. Materialet är märkt med M1, en märkning som garanterar att det inte förekommer några skadliga

emissioner medan materialet är i bruk. Då materialet energiåtervinns, d.v.s. brinner, avges dock emissioner och restavfall bildas. (thermisol.fi)



Figur 14. Thermisols golvisolering. (thermisol.fi)

5.10 Sammanfattning- isoleringsmaterial

Med tanke på materialens livscykel och miljöegenskaper rekommenderar jag att man tänker på följande vid val av isoleringsmaterial:

- Välj inhemska produkter om du har möjlighet.
- Välj material där råvarorna är av förnybar sort.
- Välj material som efter sin brukstid inte skapar skräp.
- Välj material som har ett andrahandsvärde. T.ex. genom att du komposterar dem och på så sätt ”sluter cirkeln”, eller att materialen kan återanvändas på ett bra sätt.
- Bygg och renovera ditt hus så att isoleringsskikt går att kontrollera hyfsat lätt. Att riva ett par paneler eller lyfta på ett brädgolv är ingen stor insats men kan vara avgörande om man behöver leta efter problem.

6 Byggnadernas livslängd och avfallshantering

I detta kapitel presenteras varför man ger en byggnad en planerad livslängd redan i planeringsskedet. Även avfallshanteringen tas upp, eftersom detta är ett viktigt steg i byggnadens livscykel.

6.1 En byggnads planerade livslängd

När man planerar hus idag har man redan vid skrivbordet bestämt sig för vilken minimilivslängd som ska råda för huset. I sedvanliga byggnationer kan man använda sig av den planerade livslängden 50 år. Då byggnationen har ett betydande värde använder man istället 100 år som planerad livslängd, se figur 15. Då det handlar om att planera grundläggningar och andra bärande konstruktioner rekommenderas att dessa har en högre planerad livslängd än de andra byggnadsdelarna. Detta för att det är komplicerat att förnya bärande konstruktioner. I samband med lagningar och reparationer kan ytterligare konditionsgranskning avgöra de kvarvarande byggnadsdelarnas fortsatta livslängd. Detta skulle t.ex. kunna betyda att en väggstommes livslängd kan förlängas efter en fasadrenovering. (Suomen rakentamismääräyskokoelma, Rakenteiden yleiset suunnitteluperusteet, 2016)

Suunnittelun käyttöiän luokka	Viitteellinen suunniteltu käyttöikä (v)	Esimerkkejä
1	10	Tilapäisrakenteet (1)
2	10..25	Vaihdettavissa olevat rakenteen osat, esim. nosturipalkit, laakerit
3	15..30	Maatalous- ja vastaavat rakennukset
4	50	Talorakennukset ja muut tavanomaiset rakenteet
5	100	Monumentaaliset rakennukset, sillat ja muut maa- ja vesirakennuskohteet
(1) Sellaisia rakenteita tai niiden osia, jotka voidaan purkaa uudelleen käytettäväksi, ei pideta tilapäisinä.		

Figur 15. Planerad livslängd för olika byggnationer. (elementtisuunnittelu.fi)

Om en byggnads konstruktioner ska hålla fram till den planerade livslängden krävs kontinuerlig renovering under denna tid. Om renoveringen fortlöper med rätt metoder och regelbundna mellanrum finns stor möjlighet för byggnaden att vara funktionsduglig även långt efter att ha passerat sin planerade livslängd. När det handlar om betongkonstruktioner finner man att 5% av konstruktioner som har planerad livslängd 50 år inte lyckas uppfylla denna livslängd i praktiken. Men 95% håller alltså minst 50 år. 50% av konstruktionerna håller i 150 år. (Elementtisuunnittelu.fi)

6.2 Vad händer med uttjänta byggmaterial?

Avfallshanteringen ser olika ut från kommun till kommun. Överlag kan man säga att man kommer billigare undan ju mer man sorterar. Tryckimpregnerat trä bör inte kastas i en blandavfallscontainer, då får man betala en mycket högre avgift.

Byggavfall kan på vissa stationer lämnas in som blandavfall i små partier, detta är vanligt förekommande. I sådana fall kan samma container innehålla:

- Isoleringspapper och -tejp som har aluminiumyta, säckar med sättmassa eller cement (även fulla)
- Eko-, cellulosa-, sten- och glasull
- Takfilt
- Keramik, så som porslin, kakel, klinkers, lavoarer, WC-stolar
- Gipsskivor, mineralbaserade byggschivor
- Gummiprodukter, hårda och mjuka plaster
- Glasfiber
- Metall-plastkomposit
- Trä-plastkomposit
- PVC (slangar, rör, plastmattor)
- Tapeter, kabelisoleringar
- Planglas
- Textilavfall, arbetshandskar, läder och konstläder

(rosknroll.fi)

Ifall avfallsstationen inte tar emot blandat byggavfall fungerar det förstås att lämna in avfall enligt den vanliga sorteringen som alla kommuner ska ha. Den delar upp material i bl.a.:

- Blandavfall, brännbart (hit får kastas brännbart byggavfall såsom takfilt, glasfiber, tapeter och golvbeläggningar, uretanskivor och -skum)
- Blandavfall, icke brännbart (hit får kastas gipsskivor, glas- och stenull, jordmassor, stenar, betong, tegel, muringsstenar, porslin, keramik, planglas)
- Glas
- Krattavfall
- Kartong
- Metall
- Papper
- Plastförpackningar

- Ris och kvistar
- Trä, impregnerat (gratis under 1m², i Borgå)
- Trä, behandlat
- Trä, obehandlat

(rosknroll.fi)

När avfallet kommit till avfallsstationen sorteras det ytterligare och skickas vidare. Byggavfall används för material- och energiåtervinning. Den del som inte kan återvinnas levereras till slutdeponering (läggs på tipp). (rosknroll.fi)

7 Alternativa byggsätt

Jag tycker mig kunna ana en frustration bland folk när man märker hur begränsad man kan bli p.g.a. byggregler. Många, däribland jag själv, tycker att det finns få vettiga alternativ om man inte vill bygga ett helt tätt hus, fullt av moderna material som vi inte vet livslängden på eller konsekvenserna av. Vi saknar det simpla, det rejäla och beprövade. Många alternativa eller traditionella metoder förkastas av myndigheter för att de inte går att "räkna på" på samma sätt som standardlösningarna.

När man först bestämde sig för att införa lagar om täthet i hus var det ju för att bekämpa fuktproblem. Nu för tiden med alla våra fukt- och mögelproblem har man sakta börjat vända på frågan. Kan det vara just tätheten och de nya materialen som är orsaken bakom problemen idag? Många sakkunniga menar att så kan vara fallet. (Föreläsning med Tuula Putus, professor i yrkeshälsovård och miljömedicin samt Esko Kukkonen, diplomingenjör, fysiker och inneluftsforskare på VTT, Helsingfors den 3.4.2017) Samtidigt är myndigheterna rädda att gå ifrån byggstandarderna och därför har alternativa metoder ingen hög prioritet. Det är ändå min fasta åsikt att det är just dessa alternativa metoder som inom ett halvt sekel kommer att ha bevisat sig vara mycket vettigare, mer ekonomiska och framförallt ge oss de sunda hus vi vill ha.

I detta kapitel tar jag upp två fanbärare för byggandet av sunda hus, för att visa att saker händer och att det faktiskt finns bra alternativ.

7.1 Nytt bostadshus i Helsingfors utmanar dagens bestämmelser

I Hoplax i Helsingfors planeras nu ett 4-familjsradhus. Det kommer inte att bli ett standardhus, utan idén med just detta bygge är att använda så rena byggmaterial som möjligt, och att bygga huset med enkla, rejäla metoder. Man utmanar dagens byggnorm genom att använda massiva träelement som stommar. Ventilationen ska fungera med så kallat självdrag, d.v.s. genom tryckskillnaden mellan inne och ute, och med principen att varmluft stiger. Detta skulle innebära ett homogent ytterskal av trä som både andas, isolerar och är renoverbart. Ventilationen bygger på enkla metoder och att användaren själv ska kunna reglera den.



Figur 16. Det planerade bostadshuset i Hoplax. (rakennuslehti, 2017)

Vad är då annorlunda från t.ex. ett vanligt trähus?

- Man har inget tätt skikt i yttermanteln.
- Träelementen är inte korslimmade utan istället hopfogade med stora skruvar av bok som ersätter limmet. På det sättet vill man minska på limanvändningen och göra produkten mer miljövänlig. Elementen till detta hus tillverkas i Tyskland av Rombach Nur-Holz, men man hoppas kunna få samma produkt producerad i Finland i framtiden. I figurerna nedan ser man skillnaden på ett vanligt träelement av s.k. CLT (cross laminated timber) och träelement med bokskruv.

- De våta utrymmena förses med slutna duschskåp och istället för vattenisolering använder man rostfritt stål.
- Ventilationen bygger på murade tegelskorstenar, och bostäderna är grupperade så att man delar skorsten och behöver då inte dra några vertikalkanaler som skulle försämra självdraget. Vindsvåningen är tillräckligt hög för att ytterligare bättra på tryckskillnaden och få bra effekt i systemet. Varje bostad förses också med en tilluftsventil som man själv får reglera efter behag. I och med att huset inte är 100% lufttätt räknar man med att luft kommer in via väggen och fönster/dörrar o.s.v. Fönstren är dessutom öppningsbara.
- Grunden består av kilsten.

(Aatsalo 2017, 10-11)



Figur 17. Tyska träelement med bokskruvar. Dessa ska användas till bygget i Hopla och man hoppas på finsk produktion i framtiden. (rakennuslehti.fi)



Figur 18. CLT-skivor. Korslimmade träskivor går att få tag på i Finland. (martinsons.se)

Byggnadens konstruktioner uppfyller inte en del av de gällande byggbestämmelserna, så för att överhuvudtaget göra projektet möjligt ser man det som ett testbygge. Det finns ingen lag som direkt förbjuder självdragsventilation, men lagarna är på annat sätt skrivna så att det blir nästintill omöjligt att använda det systemet på ett vettigt sätt. Nya bestämmelser har dock tagit ett litet steg mot rätt håll och lättar lite på kraven. Man kommer att använda byggnaden för att utvärdera alla de avvikande metoderna, och om det visar sig att det fungerar bra kanske framtidens lagar i större utsträckning tillåter detta byggnadssätt.

(Aatsalo 2017, 10-11)

7.2 The Natural Building Company

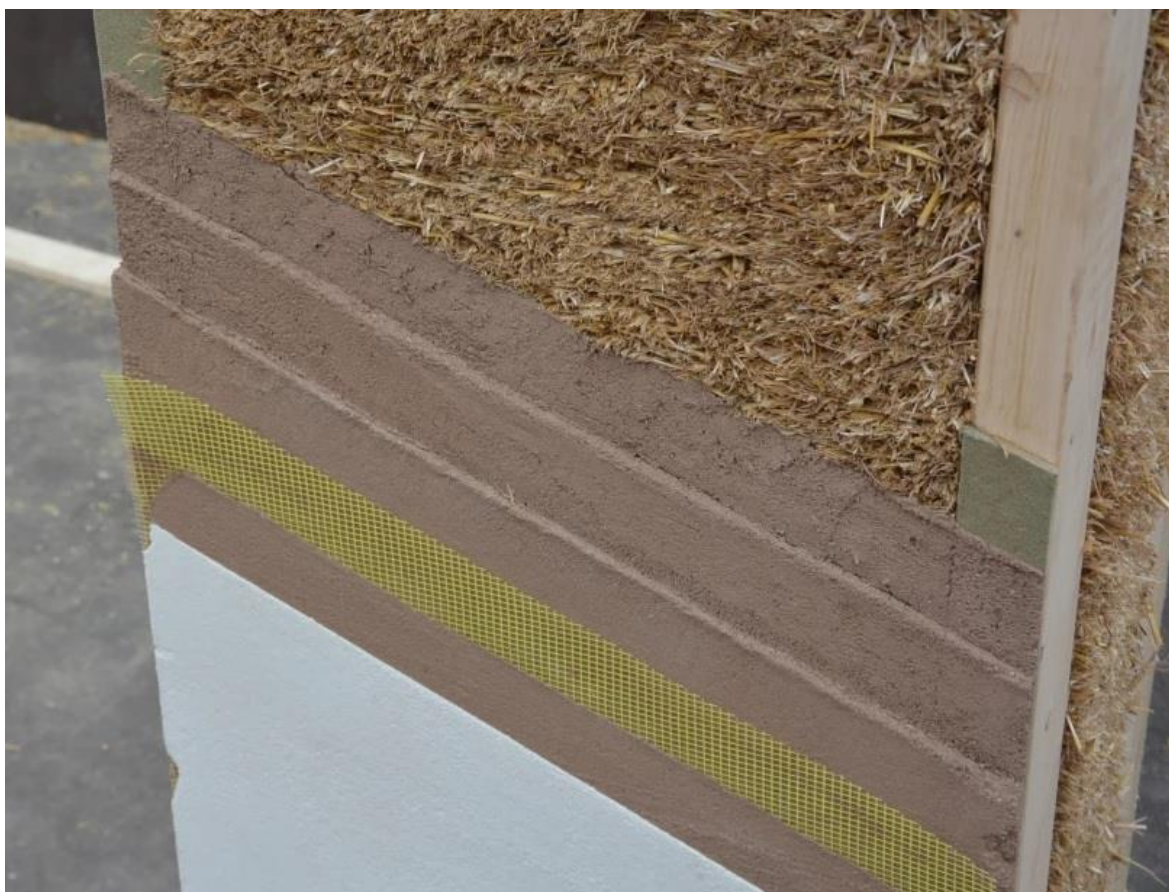
Natural Building Company planerar och bygger hus främst av halmelement och använder så mycket miljövänliga material som möjligt. Målet är att konstruera ett friskt hus som är trevligt att bo i, som håller länge, är lätt att renovera och som efter sin livslängd kan plockas ner, och att det mesta av avfallet då kan komposteras. (Föreläsning av Natural Building Company 6.4.2017, naturalbuilding.fi)



Figur 19. Halmelement från Ecococon monteras. (naturalbuilding.fi)

Detta byggsätt marknadsförs av Ecococon och gäller alltså halmelement för väggar. Elementens U-värde uppgår till $0,111 \text{ W/m}^2\text{K}$ vilket nästan uppfyller kraven för ett passivhus. Eftersom halmen i elementen är hårt packad finns där så lite syre att konstruktionen inte tar eld. Ytan blir svedd men inuti konstruktionen förblir halmen intakt under åtminstone 2 timmar. Grundläggning, takkonstruktioner och våtutrymmen kan göras enligt eget önskemål, Ecococon har dock miljövänliga lösningar även för detta. (Föreläsning av Natural Building Company 6.4.2017, naturalbuilding.fi)

Elddragningar i väggen kan fräsas ur med motorsåg direkt i halmen. Innerytan görs med fördel av lerputs. Lera har den fördelen att det buffrar fukt och ger ett behagligt inomhusklimat. (Föreläsning av Natural Building Company 6.4.2017, naturalbuilding.fi)



Figur 20. Insidan av ett halmelement har här putsats med lerbruk. (YLE/Monica Slotte)

På yttersidan av halmelementet sätts ett diffusionsöppet luftspärrpapper från Kerabit, sedan slås en 40–100 mm tjock obehandlad träfiberskiva från Steico på detta. Man kan välja att putsa direkt på skivan eller skåla och sätta panel. (Föreläsning av Natural Building Company 6.4.2017, naturalbuilding.fi)

Det som genomsyrar byggnadssättet är att man har förmågan att se och planera byggnadens hela livscykel, inte bara kvaliteten under användningstiden. I framtiden tror jag personligen att detta sätt att tänka kommer att vara ett krav för att få bygga ett hus. I Natural Building Company finns en arkitekt, en diplomingenjör och ett eget arbetslag specialiserade på deras byggsätt. Detta gör att det finns mycket sakkunnighet och fakta bakom planeringen. (Föreläsning av Natural Building Company 6.4.2017, naturalbuilding.fi)

Det finns alltså gott om bra, miljövänliga alternativ för den som är intresserad. Byggandet med element gör dessutom produktionen mer ekonomisk, och man strävar efter att fler ska ha ekonomisk möjlighet att välja miljövänligare lösningar.

8 Sammanfattning

Dagens situation ser ut på följande sätt:

- Kravet på värmeisoleringsförmåga är högt satt
- Material som minskar på energianvändningen ses som de bästa
- Kravet på byggnadens lufttäthet är strikt
- Byggnaderna ges en livslängd på mellan 50 och 100 år
- Byggmateriälerna deponeras i stor skala, alternativt energiåtervinns
- Trots lagstiftning om livscykel-tänkande används byggsätt med många kortsiktiga lösningar.

Dessa punkter tvingar fram en byggkultur som på pappret kan låta vettig, men i praktiken ser vi med egna ögon att väldigt många byggnader lider av fuktproblem och dålig inomhusmiljö, och det är de boende som får ta smällen. Myndigheter och byggföretag vill gärna visa upp fina uträkningar men glömmer att också tänka långsiktigt och i ett helhetsperspektiv. Tigha budgetar och tidspress samt slarv under byggskedet förvärrar situationen ytterligare. Det här är absolut inte hållbart byggande.

Om vi faktiskt vill ha sunda hus att bo i måste det ske en förändring.

Lika viktigt som att välja rätt material, lika viktigt är det att bygga huset så, att det är lätt att komma åt att kontrollera konstruktioner och göra underhåll och reparationer. Man bör undvika invecklade lösningar som bygger in materialen så pass att det blir olönsamt att kontrollera konstruktionen. Se på valfri konstruktionslösning och fråga dig själv: "Vad gör jag om en skada uppstår här?" Om svaret blir i stil med "då river jag hela kåken" bör man kanske fundera en gång till på om lösningen i fråga är något att satsa på. Genom att hålla lösningar enkla håller man tröskeln till renovering och underhåll låg, vilket både miljön, människorna och plånboken kan tjäna på.

Man kan heller aldrig säga att bara ett sätt är det rätta. Man måste alltid tänka själv, ta reda på fakta, försöka se helheten och göra bedömningar från fall till fall. Det finns många duktiga sakkunniga som kan hjälpa till i denna process, ta hjälp av dem!

Detta examensarbete tar endast upp en liten del av "sunda hus-tänkandet". Det finns mängder av aspekter att fortsätta forska i. Vill man på egen hand läsa mer skulle jag rekommendera:

- Lars-Erik Mattilas diplomarbete ”Tulevaisuuden kerrostalo”. Mattila är en av arkitekterna bakom träelementhuset i Hoplax och har skrivit inspirerande och kunnigt om framtidens flervåningshus.
- Plastmaterialens framfart har skapat en fråga om dess påverkan på ekosystemet. Mycket av vårt plastskräp bryts ner till mikroplaster och hamnar förr eller senare i haven. Om detta finns en omfattande rapport från GESAMP som heter ”Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment”.
- Tuula Putus, professor i yrkeshälsovård och miljömedicin vid Turun Yliopisto, är mycket sakkunnig inom ämnena mögel och inomhusmiljö och går att kontakta via <http://indooraid.com/sv/> eller tuula.putus@utu.fi.
- På hometalkoot.fi finns information om riskkonstruktioner för hus från olika årtionden. Här är det lätt att leta fakta och man kan få en övergripande bild över vilka fallgropar man bör undvika.
- Sök information från materialtillverkarna. Ibland uppger de exakt alla råvaror som ingår i materialet, googla dessa. Om någon innehållsförteckning inte finns kan man maila tillverkaren och be om en, för att visa att man bryr sig som konsument.

Länkar till rapporten och diplomarbetet finns i källförteckningen.

Till sist vill jag säga att det går att bygga sunda hus! Det går sakta men säkert åt rätt håll, då fler och fler miljövänliga material letar sig in i de stora byggvaruhusens sortiment. Det handlar ju om att göra det enklare för konsumenten att välja rätt, och det ligger i tiden att vara en medveten konsument. De lösningar som idag kallas för alternativa kommer nog att få ett uppsving och bli mer vedertagna inom en snar framtid. Så håll tillgodo!

9 Källor

Aatsalo, J., 2017, Älyttömän yksinkertainen koekohde odottaa lupaa. *Rakennuslehti*, 51 (2), s. 10–11.

Ecococon.lt [Online]. <http://www.ecococon.lt/> [hämtat 1.4.2017]

Ekovilla.com [Online]. <http://www.ekovilla.com/> [hämtat 1.4.2017]

Elementtisuunnittelu.fi [Online].

<http://www.elementtisuunnittelu.fi/fi/julkisivut/rakenteellinen-toiminta/sailyvyys>

[hämtat 1.4.2017]

E-weber.fi [Online]. <https://www.e-weber.fi/lecar-sora/tuotteet/lecar-sora-irrallisena.html>

[hämtat 1.4.2017]

Finlands byggbestämmelsesamling. Energiprestanda. C4 (2003) Värmeisolering, anvisningar. Miljöministeriet, Bostads- och byggnadsavdelningen.

<http://www.ym.fi/sv->

[FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Energiprestanda](http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Energiprestanda)

Finlands byggbestämmelsesamling. Sunda hus. D2 (2012) Byggnaders inomhusklimat och ventilation, föreskrifter och anvisningar. Miljöministeriet, Bostads- och byggnadsavdelningen.

<http://www.ym.fi/sv->

[FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Sunda_byggnader](http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Sunda_byggnader)

Finlands byggbestämmelsesamling. Energiprestanda. D3 (2012) Byggnaders energiprestanda. Miljöministeriet, Bostads- och byggnadsavdelningen.

<http://www.ym.fi/sv->

[FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Energi_prestanda](http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Energi_prestanda)

Finlands byggbestämmelsesamling. Energiprestanda. D5 (2012) Beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov för uppvärmning, anvisningar. Miljöministeriet, Bostads- och byggnadsavdelningen.

<http://www.ym.fi/sv->

[FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Energi_prestanda](http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Energi_prestanda)

Finlands byggbestämmelsesamling. Sunda byggnader. C2 (1998) Fukt, föreskrifter och anvisningar. Miljöministeriet, Bostads- och byggnadsavdelningen.

<http://www.ym.fi/sv->

[FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Sunda_byggnader](http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestammelser/Sunda_byggnader)

GESAMP [Online]. "Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment"

http://ec.europa.eu/environment/marine/good-environmental-status/descriptor-10/pdf/GESAMP_microplastics%20full%20study.pdf

[hämtat 1.4.2017]

Gudmundsson, G., 2010. *Stora boken om byggnadsvård*. Bonnier Fakta.

Hometalkoot.fi [Online]. <http://www.hometalkoot.fi/> [hämtat 1.4.2017]

Hunton.se [Online]. <http://hunton.se/> [hämtat 1.4.2017]

Isoleringsmaterial [Online].

<http://byggnadsvard.se/kunskapsbanken/artiklar/isolering/isoleringsmaterial-fra%CC%8Aa-till-w> [hämtat 1.4.2017]

Isolina.com [Online]. <http://www.isolina.com/> [hämtat 1.4.2017]

Kingspaneristeet.fi [Online]. <http://www.kingspaneristeet.fi/> [hämtat 1.4.2017]

Lag om skyddande av byggnadsarvet 4.6.2010/498

<http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/2010/20100498> (hämtat 20.2.2017)

Leca.fi [Online]. <http://www.leca.fi/> [hämtat 1.4.2017]

Markanvändnings- och byggförordning 10.9.1999/895

<http://www.finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990895> (hämtat 15.2.2017)

Markanvändnings- och bygglag 5.2.1999/132

<http://finlex.fi/sv/laki/ajantasa/1999/19990132> (hämtat 15.2.2017)

Martinssons.se [Online]. <https://www.martinssons.se/byggprodukter/kl-tra>

[hämtat 1.4.2017]

Mattila, L-E., 2014, *Tulevaisuuden kerrostalo*. Diplomityö, Aalto-Yliopisto, Taiteiden ja suunnittelun korkeakoulu, Arkkitehtuurin laitos, Helsinki.

<http://archinfo.fi/2015/01/diplomitoita-lars-erik-mattilan-tulevaisuuden-kerrostalo-aalto-yliopisto-2014/>

Mikroplast [Online]. <http://www.havet.nu/?d=3485> [hämtat 1.4.2017]

Naturalbuilding.fi [Online]. <http://naturalbuilding.fi/> [hämtat 1.4.2017]

Paroc.fi [Online]. <http://www.paroc.fi/> [hämtat 1.4.2017]

Puuinfo.fi [Online]. <http://www.puuinfo.fi/> [hämtat 1.4.2017]

Rakentajain kalenteri, 2013. Vuosikerta 97. Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry, Rakennustietosäätiö RTS. Rakennustieto Oy, Helsinki.

Rosk n´roll, 2017. *Spara på avfallsavgifterna genom att sortera*. [Online]

<http://www.rosknroll.fi/om-atervinning/sorteringsanvisningar/avfallsstationer/>

<http://www.rosknroll.fi/om-atervinning/vad-hander-med-avfallet/>

[hämtat 5.4.2017]

RT 80-10974. Teollisesti valmistettujen asuinrakennusten ilmanpitävyyden laadunvarmistusohje 2009. © Rakennustietosäätiö RTS

Suomen Rakentamismääräyskokoelma- Rakenteiden lujuus ja vakaus (2016) - Rakenteiden yleiset suunnitteluperusteet, säännökset ja ohjeet.

<http://www.ym.fi/fi->

[FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Rakenteiden_lujuus_ja_vakaus](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma/Rakenteiden_lujuus_ja_vakaus)

Thermisol.fi [Online]. <http://www.thermisol.fi/> [hämtat 1.4.2017]

YLE/ Slotte, Monica. Mikaelskolan i Ekenäs får köksväggar av halm och lera. [Online]

<https://svenska.yle.fi/artikel/2016/08/18/mikaelskolan-i-ekenas-far-koksvaggar-av-halm-och-lera> [hämtat 18.8.2016]